



城市轨道交通 车辆设备检修

主编◎唐春林 张 波 陈健健



城市轨道交通车辆设备检修

主 编 唐春林 张 波 陈健健

副主编 王 汛 冉龙超
廖永强 肖荃友

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

城市轨道交通车辆设备检修 / 唐春林, 张波, 陈健
主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2016.8

ISBN 978-7-5643-4908-0

I. ①城… II. ①唐… ②张… ③陈… III. ①轻轨车
辆—车辆检修 IV. ①U279.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 190375 号

城市轨道交通车辆设备检修

主编 唐春林 张波 陈健健

责任编辑 李伟
特邀编辑 张芬红
封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社
出版发行 (四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话 028-87600564 028-87600533
邮政编码 610031
网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷 成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成 品 尺 寸 185 mm × 260 mm
印 张 11.25
字 数 281 千
版 次 2016 年 8 月第 1 版
印 次 2016 年 8 月第 1 次
书 号 ISBN 978-7-5643-4908-0
定 价 29.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

目前,我国正处于城市轨道交通的高速发展时期,截至2015年末,中国大陆地区共26个城市开通城轨交通运营,共计116条线路,运营线路总长度达3618千米,到2020年,运营总里程将突破6000千米。

城市轨道交通车辆作为城市轨道交通系统的重要组成部分,在城市轨道交通系统中占据极其重要的地位。为了保证车辆安全、顺利完成旅客运输,必须按照规定对车辆进行检修和维护,及时处理车辆运行过程中出现的故障,提供技术状况良好的车辆,从而保障客运任务顺利完成。因此,培养一支专业知识丰富、岗位技能过硬和综合素质良好的检修队伍是当务之急。

就目前城市轨道交通车辆专业教材来看,普遍存在重理论、轻实践的现象;就用人企业反馈的信息来看,新入职员工的动手能力较弱,不能满足企业需要。作为职业院校,培养具备较强动手能力、丰富实践经验的高素质人才是我们的根本目标和特色所在。因此,我们通过整理和总结近几年关于车辆设备及检修方面的成果和经验,编写了这本集合了车辆设备结构原理及其检修方法的教学用书。本书可作为城市轨道交通车辆检修专业高等、中等职业教育教材,也可供城市轨道交通车辆检修人员参考。

本书采用项目教学法的编写形式,对城市轨道交通车辆设备的结构原理及其检修理论知识和操作技能进行了较详细、较全面的阐述,具体内容包括城市轨道交通车辆设备与检修总体认知、车体及检修、转向架及检修、车辆连接装置及检修、车门及检修、空调系统及检修、制动系统设备及检修、牵引系统设备及检修、辅助系统设备及检修。

本书由重庆公共运输职业学院和南宁市第四职业技术学校共同编写,其中唐春林编写项目一、五;陈健健编写项目二;张波编写项目三、四、七(任务二);冉龙超编写项目六;王汛编写项目八、九(任务一);廖永强编写项目七(任务一);肖荃友编写项目九(任务二)。全书由唐春林、张波统稿、定稿。

本书的实践教学部分以湖南高铁时代科技有限公司实训设备和虚拟软件为原型,并得到该公司的大力支持,在此表示衷心的感谢。在本书编写过程中,编者参考引用了许多国内外专家、学者发表的有关城市轨道交通的文献以及部分城市轨道交通车辆生产、运营企业的相关资料,在此谨向相关企业及专家致以衷心的感谢。另外,西南交通大学出版社在该书的出版过程中给予了极大的支持和帮助。

鉴于编者水平及实践经验的局限性,对各种问题的分析和处理难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2016年6月

目 录

| | |
|-----------------------------|-----|
| 项目一 城市轨道交通车辆设备与检修总体认知 | 1 |
| 任务一 城市轨道交通车辆基础知识认知 | 1 |
| 任务二 城市轨道交通车辆检修制度认知 | 11 |
| 任务三 城市轨道交通车辆检修工艺 | 17 |
| 任务四 城市轨道交通车辆的分解、组装与清洗 | 19 |
| 项目二 城市轨道交通车辆车体及检修 | 23 |
| 任务一 城市轨道交通车辆车体认知 | 23 |
| 任务二 车体的检修 | 31 |
| 项目三 城市轨道交通车辆转向架及检修 | 33 |
| 任务一 城市轨道交通车辆转向架认知 | 33 |
| 任务二 转向架的检修 | 52 |
| 任务三 转向架的分解与组装 | 57 |
| 项目四 城市轨道交通车辆连接装置及检修 | 67 |
| 任务一 车辆连接装置认知 | 67 |
| 任务二 贯通道的认知 | 79 |
| 任务三 车钩缓冲装置及贯通道的检修 | 82 |
| 项目五 城市轨道交通车辆车门及检修 | 87 |
| 任务一 城市轨道交通车辆车门基本认知 | 87 |
| 任务二 车门常见故障处理 | 101 |
| 任务三 车门检修 | 102 |
| 项目六 城市轨道交通车辆空调通风系统及检修 | 106 |
| 任务一 空调系统认知 | 106 |
| 任务二 空调系统检修 | 119 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 项目七 城市轨道交通车辆制动系统设备及检修 | 125 |
| 任务一 制动系统的认知 | 125 |
| 任务二 空气制动系统设备检修 | 137 |
| 项目八 城市轨道交通车辆牵引主电路系统设备及检修 | 143 |
| 任务一 城市轨道交通车辆牵引系统认知 | 143 |
| 任务二 城市轨道交通车辆牵引主电路系统设备检修 | 157 |
| 项目九 城市轨道交通车辆辅助系统设备及检修 | 164 |
| 任务一 城市轨道交通车辆辅助系统认知 | 164 |
| 任务二 城市轨道交通车辆辅助系统设备检修 | 172 |
| 参考文献 | 174 |

项目一 城市轨道交通车辆设备与检修总体认知

任务一 城市轨道交通车辆基础知识认知

城市轨道交通系统作为城市公共交通系统的一个重要组成部分，在城市公共交通系统中发挥着重要作用。目前，城市轨道交通有地铁、轻轨、市郊铁路、有轨电车及磁悬浮列车等多种类型，号称“城市交通的主动脉”。国外城市轨道交通起步较早，德国、美国、日本等国都已形成了完善的城市轨道交通网络。

由于经济实力和技术的限制，我国城市轨道交通建设起步较晚。在 2000 年之前，全国仅有北京、上海、广州、天津四个城市拥有轨道交通线路。进入 21 世纪，随着中国经济的飞速发展和城市化进程的加快，城市轨道交通也进入大发展时期。根据中国城市轨道交通协会发布的《城市轨道交通 2015 年度统计和分析报告》显示，2015 年末，中国大陆地区共 26 个城市开通城轨交通运营，共计 116 条线路，运营线路总长度达 3618 千米。其中，地铁 2658 千米，占比达 73.4%；其他制式轨道交通规模 960 千米，占 26.6%。2015 年度新增运营线路长度 445 千米，同比增加 14%。

2015 年，全国城轨交通完成投资 3683 亿元（注：引用国家统计局 2016 年 2 月 5 日发布的数据），同比增长 27%；在建线路总长 4448 千米（七种制式同时在建），可研批复投资累计 26 337 亿元。截至目前，共有 44 个城市规划获批（包括 2016 年 2 月 11 日获国家批复的芜湖，以及获地方批复的珠海、淮安和南平 3 市），规划规模 4705 千米。新建、规划线路规模大、投资增长迅速，建设速度持续加快。

“十二五”期间，我国累计新投运线路 2019 千米，完成投资 12 289 亿元，客运量 528 亿人次，规模快速增长、客运效果不断提高、系统制式和线网层次逐步丰富、网络化格局基本形成，运营服务水平稳步提高。预计“十三五”期间，城轨交通仍将保持快速增长、良性发展的势头。中国的城市轨道交通行业步入了一个跨越式发展的新阶段，中国已经成为世界上最大的城市轨道交通市场。

城市轨道交通车辆是城市轨道交通系统中运输旅客的工具，有多种类型，常见的有常规钢轮钢轨制式车辆、直线电机车辆、磁悬浮车辆等。由于篇幅有限，本书仅对国内应用最为广泛的常规钢轮钢轨制式车辆的构造、检修进行介绍。

一、城市轨道交通车辆的类型

目前，我国城市轨道交通建设尚处于初始阶段，城轨车辆的制造商较多，各城市的要求也不一样，因此城市轨道交通车辆种类较多，规格各异，为促进我国城市轨道交通车辆的制造、运营、检修的良性发展，车辆类型的规范化及主要技术规格的统一是十分必要的。建设

部 1999 年颁布的《城市快速轨道交通工程项目建设标准（试行本）》根据我国各城市对城轨车辆选型的不同要求和城轨车辆的发展现状提出了 A、B、C 型车的概念（见图 1-1-1 ~ 1-1-3），主要是按车体宽度的不同进行分类。《地铁车辆通用技术条件》（GB/T 7928—2003）中对用于地铁运营车辆的技术规格做了具体的规定（见表 1-1-1）。

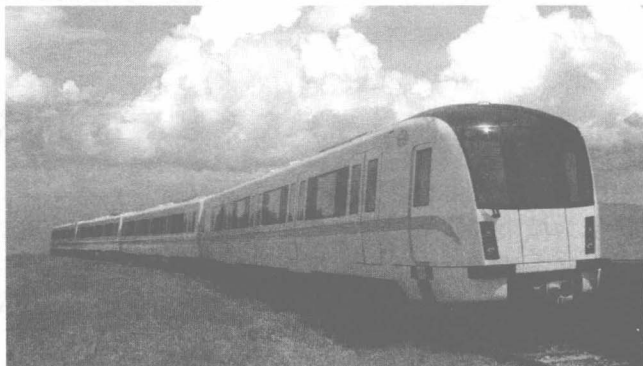


图 1-1-1 A 型车：深圳地铁 1 号线增购车辆（2008 年）

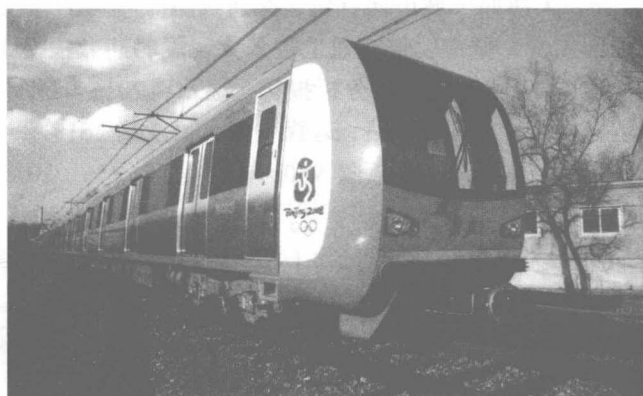


图 1-1-2 B 型车：北京 10 号线地铁（2007 年）

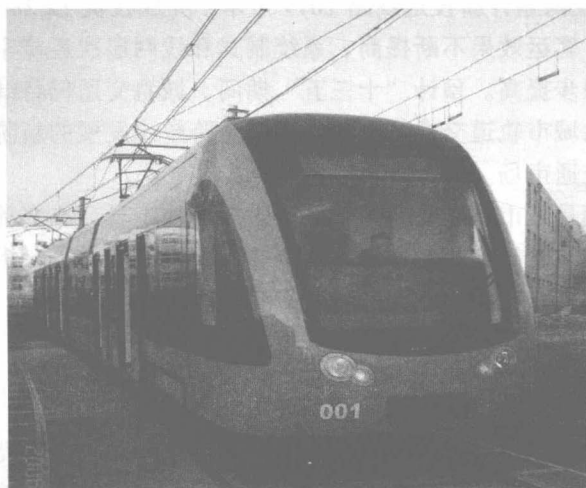


图 1-1-3 C 型车：长春低地板轻轨列车（2006 年）

表 1-1-1 城市轨道交通车辆各车型的主要技术参数

| 序号 | 项目名称 | | A 型车 | B 型车 | C 型车 | | |
|----|-----------------------------|------------------------|-----------|---------|----------|------|------|
| | | | 四轴车 | 四轴车 | 四轴车 | 六轴车 | 八轴车 |
| 1 | 车辆基本长度/m | | 22 | 19 | 18.9 | 22.3 | 29.5 |
| 2 | 车辆基本宽度/m | | 3 | 2.8 | 2.6 | | |
| 3 | 车辆高度 | 受流器车/m (加空调/无空调) | 3.8/3.6 | 3.8/3.6 | 3.7/3.25 | | |
| | | 受电弓车/m (落弓高度) | 3.8 | 3.8 | 3.7 | | |
| | | 受电弓工作高度/m | 3.9~5.6 | | | | |
| 4 | 车内净高/m | | 2.10~2.15 | | | | |
| 5 | 地板面高/m | | 1.1 | | 0.95 | | |
| 6 | 车辆定距/m | | 15.7 | 12.6 | 11 | 7.2 | |
| 7 | 固定轴距/m | | 2.2~2.5 | 2.1~2.2 | 1.8~1.9 | | |
| 8 | 车轮直径/mm | | φ840 | | φ760 | | |
| 9 | 车门数(每侧) | | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 10 | 车门宽度/m | | ≥1.3 | | | | |
| 11 | 车门高度/m | | ≥1.8 | | | | |
| 12 | 定员人数 | 单司机室车 | 295 | 230 | 200 | 240 | 315 |
| | | 无司机室车 | 310 | 245 | 210 | 250 | 325 |
| 13 | 车辆轴重/t | | ≤16 | ≤14 | ≤11 | | |
| 14 | 站立人员标准 | 定员/(人/米 ²) | 6 | | | | |
| | | 超员/(人/米 ²) | 9 | | | | |
| 15 | 最高运行速度/(km/h) | | ≥80 | | ≥70 | | |
| 16 | 起动平均加速度/(m/s ²) | | ≥0.9 | | ≥0.85 | | |
| 17 | 常用制动减速度/(m/s ²) | | 1.0 | | 1.1 | | |
| 18 | 紧急制动减速度/(m/s ²) | | 1.2 | | 1.3 | | |
| 19 | 噪声/dB(A) | 司机室内 | ≤80 | | ≤70 | | |
| | | 客室内 | ≤73 | | ≤75 | | |
| | | 车外 | 80~85(站台) | | ≤82 | | |

二、城市轨道交通车辆的组成

城轨车辆是按照功能分类的多个子系统组成的紧密联系的综合系统,一般包括车体、转向架、车辆连接装置、车门、空调系统、制动系统、电气系统等。

1. 车 体

车体分为有司机室车体和无司机室车体两种。它是容纳乘客和司机驾驶(对于有司机室的车辆)的地方,又是安装与连接其他设备和部件的基础。近代城市轨道交通车辆车体均采

用整体承载的钢结构或轻金属结构，以达到在最轻的自重下满足强度的要求。车体一般均有底架、端墙、侧墙及车顶等。

2. 转向架

转向架分为动力转向架和非动力转向架，它装置于车体与轨道之间，用来牵引和引导车辆沿着轨道行驶，承受与传递来自车体及线路的各种载荷并缓和其动力作用，它是保证车辆运行品质的关键部件。转向架一般由构架、弹簧悬挂装置、轮对轴箱装置和制动装置等组成。对于动力转向架，还装设有牵引电机及传动装置。

3. 车辆连接装置

车辆连接装置主要包括车钩缓冲装置及贯通道。车辆编组成列运行必须借助于连接装置。为了改善列车纵向平稳性，一般在车钩的后部装设缓冲装置，以缓和列车冲动；另外还必须要有连接车辆之间的电气和空气的管路。

4. 车 门

车门用于乘客和司机上下车，以及紧急情况下的逃生和救援。根据其功能，城轨车辆上的车门通常可分为客室车门、司机室车门和前端逃生门。其中客室车门是城市轨道交通车辆中使用最为频繁的设备，乘客通过客室车门可以方便、快速地上下车，其能否正常工作直接影响车辆的正常运行。

5. 空调系统

空调系统的作用是为客室和司机室的室内环境提供温度调节，包括制冷、制热、通风、除湿等。空调系统包括空调机组、风道、送风/回风口、废排装置、司机室送风装置等。

6. 制动系统

制动系统用以产生制动力，使列车减速或及时停车，对保证列车安全和正点运行具有极其重要的作用。制动系统主要包括供风系统、送风管路、制动控制系统、基础制动装置等。

7. 车辆电气系统

车辆电气系统包括车辆上的各种电气设备及其控制电路。按其作用和功能可将车辆电气系统分为主电路系统、辅助电路系统和电子与控制电路系统三部分。本书主要介绍牵引系统、辅助系统涉及的设备检修。

牵引系统是列车运行的核心系统，主要由受电弓、高速断路器、牵引逆变器、牵引电机等设备组成。

辅助系统指三相交流 380 V 电源、低压直流电源和蓄电池。其中，低压直流电源通常有 110 V 直流电和 24 V 直流电。

三、城市轨道交通车辆的主要技术参数

车辆技术参数是概括介绍车辆技术规格的某些指标，是从总体上表征车辆性能及结构的一些参数，一般分性能参数与主要尺寸两大类。

1. 车辆性能参数

(1) 自重、载重。自重指车辆整备状态下的本身结构及设备组成的全部质量；载重指正常情况下允许的最大装载质量，以吨(t)为单位。

(2) 最高运行速度：指车辆设计时按照安全及结构强度等条件所决定的车辆最高行驶速度，并要求连续以该速度运行时车辆具有足够良好的运行性能。

(3) 轴重：指按车轴形式及在某个运行速度范围内，车轴允许负担（包括轮对自身的质量）的最大质量。轴重的选择与线路、桥梁及车辆走行部的设计有关。

(4) 通过最小曲线半径：指配用某种形式转向架的车辆在站场或厂、段内调车时所能安全通过的最小曲线半径。当车辆在此曲线区段上行驶时不得出现脱轨、倾覆等危及行车安全的事故，也不允许转向架与车体底架或车下其他悬挂物相碰撞。

(5) 轴配置或轴列式：用数字或字母表示车辆走行部结构特点的方式。例如，4轴动车，有两台动力转向架，则轴配置记为B—B；6轴单铰轻轨车辆的两端为动力转向架，中间为非动力铰接转向架，其轴配置记为B—2—B。

(6) 制动形式：指车辆获得制动力的方式，有摩擦制动、再生制动、电阻制动以及磁轨制动等多种形式。

(7) 起动平均加速度：指在平直线路上，列车载荷为额定定员，自牵引电动机取得电流开始，至起动过程结束（即转入其自然特性时），该速度值被全过程经历的时间所除得的商，以米/秒²（m/s²）为单位（注：牵引电动机自然特性即通常所指的在额定电压、满磁场时的牵引电动机的速度特性、牵引力特性等工作特性）。

(8) 制动平均减速度：指在平直线路上，列车载荷为额定定员，自制动指令发出至列车完全停止的全过程，相应的制动初始速度（一般取最高运行速度）被全过程经历的时间所除得的商。

(9) 冲击率：由于工况改变引起的列车中各车辆所受到的纵向冲击。在城轨车辆中，主要用于说明车辆本身电气及制动控制系统所应达到的冲动限制。冲击率用加速度变化率来衡量，以米/秒³（m/s³）为单位。如地铁车辆正常运行（包括起动加速和电制动，紧急制动情况除外）时，纵向冲击率不得超过1 m/s³。

(10) 列车平稳性指标：是评定旅客舒适程度的主要依据，反映了车辆振动对人体感受的影响。因此，评定平稳性的方法主要以人的感觉疲劳程度为依据，通常以平稳性指标表示。我国主要用斯佩林公式来计算平稳性指标W，W值越大，说明车辆的平稳性越差，并规定地铁、轻轨车辆运行的平稳性指标应小于2.7。

斯佩林公式计算方法如下：

$$W = 0.896 \sqrt[10]{\frac{j^3}{f} F(f)}$$

式中 j ——振动加速度，cm/s²；

f ——振动频率，Hz；

$F(f)$ ——与频率有关的修正公式，反映人体不同方向和频率振动的敏感度。

2. 车辆的主要尺寸

(1) 车辆长度：车辆处于自由状态，车钩呈锁闭状态时，两端车钩连接之间的距离。区别于车体长度的概念，车体长度指不包括牵引缓冲装置或折棚的车体结构的长度。

(2) 车辆最大宽度：指车体横断面上最宽部分的尺寸。

(3) 最大高度：指车辆顶部最高点与钢轨顶面之间的距离。通常需说明与最高点相关的结构，如有无空调、受电弓的状态等。

(4) 车辆定距：同一车辆的两转向架回转中心之间的距离。

(5) 固定轴距：同一转向架的两车轴中心线之间的距离。

(6) 车钩中心线距离钢轨面高度：简称车钩高，以 H_0^{+10} 表示，它是指车钩连接面中心点（铁路车钩是指车钩舌外侧面的中心线）至轨面的高度，取新造或修竣后空车的数值。列车中各车辆的车钩高基本一致，是保证车辆正确连挂、列车运行中正常传递牵引力及不会发生脱轨事故所必需的，其中广州、上海地铁车辆为 720 mm，天津滨海轻轨车辆和北京地铁车辆为 660 mm。

(7) 地板面高度：车辆地板面与钢轨顶面之间的距离。地板面高度与车钩高一样，指新造或修竣后空车的数值。它将受到两方面的制约：一是车辆本身某些结构高度的限制，如车钩高及转向架下心盘面的高度；另一方面又与站台的标准有关，规定车辆地板面应与站台高度相协调，例如，上海地铁车辆地板面高为 1.13 m，北京地铁车辆地板面高为 1.053 m。

四、城市轨道交通车辆编组及标识

1. 城市轨道交通车辆的编组

城市轨道交通车辆都是多辆编组以列为单位运行，在一个编组内通常包括动车和拖车、带司机室车和不带司机室车等多种形式。

(1) 以重庆地铁 6 号线车辆为例，其编组方式为

$$= Tc * Mp * M1 = M2 * Mp * Tc =$$

其中，“=”表示半自动车钩；“*”表示半永久牵引杆；“Tc”表示有司机室的拖车；“Mp”表示带受电弓的动车；“M1”“M2”表示不带受电弓的动车。

(2) 重庆单轨 3 号线，其编组方式为

$$\times Mc1 + M2 + M4 + M5 + M3 + Mc2 \times$$

其中，Mc1 或 Mc2 表示带司机室动车；M2、M3、M4、M5 表示动车；×表示密接式车钩；+表示棒状式车钩。

重庆单轨 3 号线车辆编组如图 1-1-4 所示。

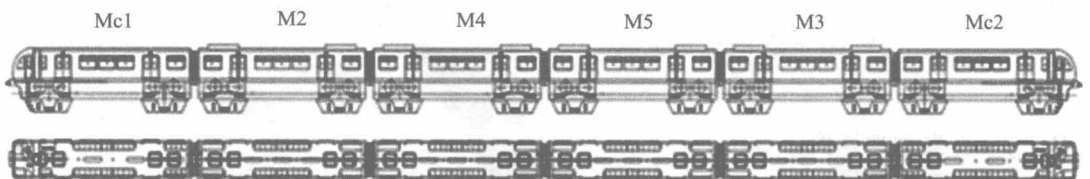


图 1-1-4 重庆单轨 3 号线车辆编组

(3) 深圳地铁车辆，其编组形式为

$$- A * B * C = C * B * A -$$

其中，“-”表示自动车钩；“=”表示半自动车钩；“*”表示半永久牵引杆。

其中，A 车是带司机室的拖车，B 车和 C 车是带驱动电机的动车（B 车带受电弓）。B 车通过半永久牵引杆与 A 车和 C 车连接，C 车之间是通过半自动车钩连接的。

2. 城市轨道交通车辆的编号和标记

对于城轨车辆来说，标识是指对车辆及其设备进行标记或编号。为了车辆运用和检修等情况下管理和识别的方便，必须对车辆进行标识。

(1) 车辆编号。

以重庆地铁为例，其采用 6 位数字编号，前两位数字为线路编号，第 3、4、5 位数字代表列车编号，末位数字代表车辆号（1~6），如图 1-1-5 所示。

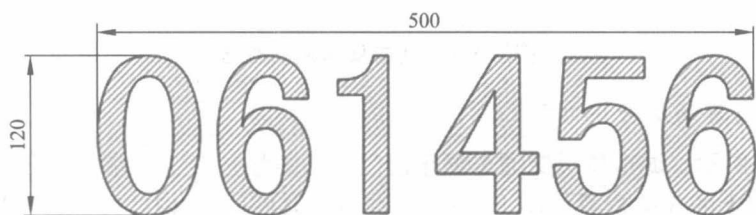


图 1-1-5 重庆地铁 6 号线车辆编号

(2) 车辆端部。

为了对车门进行编号，每辆车的 1 位端按如下定义（另一端就被定义为 2 位端）：

Tc 车：1 位端是带有全自动车钩的一端。

Mp 车：1 位端是与 A 车连接的一端。

M 车：1 位端是连接半永久牵引杆的一端。

车辆端部和侧部如图 1-1-6 所示。

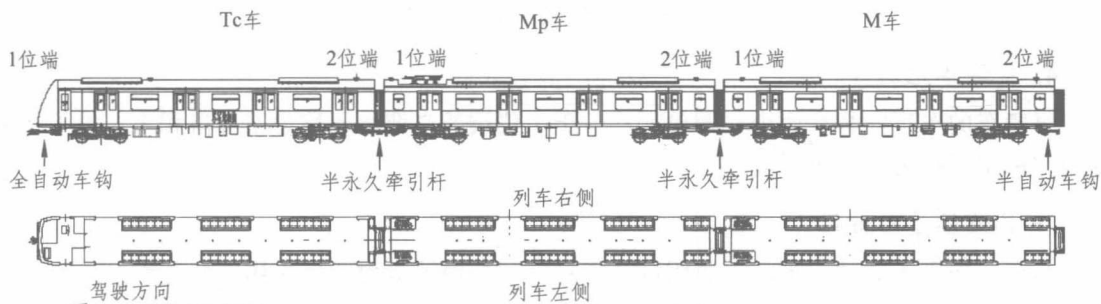


图 1-1-6 车辆端部和侧部

(3) 车辆侧部。

当观察者面向车辆的 1 位端时，观察者的右侧定义为车辆的右侧，另一侧则定义为车辆的左侧。

(4) 列车侧部。

面朝着驾驶方向，观察者的右侧定义为列车的右侧，另一侧则定义为列车的左侧。

以上给出的“左”和“右”的标识方法，应注意车辆的左、右侧的定义与列车的左、右侧的定义是不同的。

(5) 转向架和轴的编号。

每辆车的转向架都分为转向架 1 和转向架 2。转向架 1 在车辆的 1 位端，转向架 2 在车辆的 2 位端。每辆车的 4 根轴从 1 位端开始至 2 位端，依次连续编号轴 1 至轴 4，如图 1-1-7 所示。

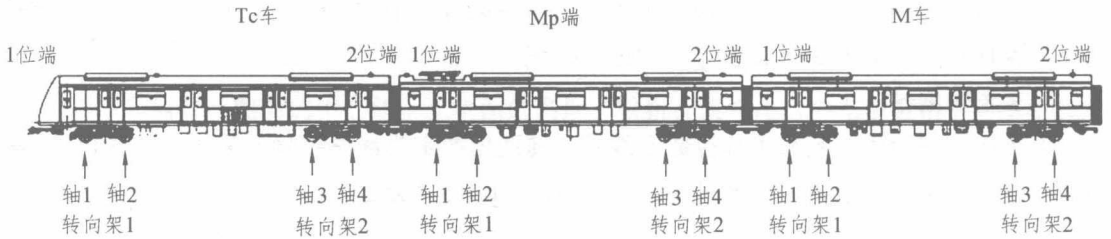


图 1-1-7 转向架和轴的编号

3. 车门和门页的编号

如图 1-1-8 所示，城市轨道交通车辆车门门页的编号：自 1 位端到 2 位端，沿着每辆车的左侧为由小到大的连续奇数，即 1、3、5、7、9、11、…、17、19；右侧为由小到大的连续偶数，即 2、4、6、8、10、12、…、18、20。车门的编号则由该车门两个门页的号码合并而成：自 1 位端到 2 位端，左侧车门的编号为 1/3、5/7、9/11、…、17/19，而右侧车门的编号为 2/4、6/8、10/12、…、18/20。

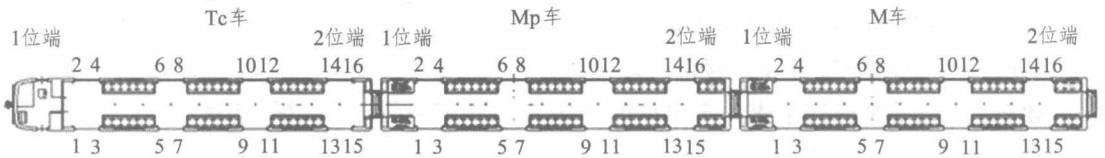


图 1-1-8 车门的编号

4. 空调单元编号

每辆车的车顶安装有两个空调单元。位于 1 位端的空调单元称为空调单元 I，位于 2 位端的空调单元称为空调单元 II。

5. 其他编号与标记

车窗、扶手、立柱、吊环、照明灯、指示灯、扬声器等设备也采用同样的编号方法。而车辆的质量、顶车位置、应急设备位置等必须用相关符号或文字在规定位置做出明确的标记。

五、城市轨道交通车辆限界的认知

1. 车辆限界的基本知识

在设计城市轨道交通车辆时，其横断面的形状和尺寸要与隧道或线路上所留出的空间相

适应。为此对车辆横断面轮廓尺寸有一限制。车辆限界就是一个限制车辆横断面最大允许尺寸的轮廓图形，无论空车或重车停在水平直线上时，该车所有一切突出部分和悬挂部分，都应容纳在限界轮廓之内。规定限界的目的是，主要是防止车辆在直线或曲线上运行时与各种建筑物及设备发生接触。

对于一般铁路还设有一个建筑接近限界，它规定建筑物或设备距轨道中心和轨面有一个最小允许尺寸所形成的轮廓。车辆限界与建筑接近限界之间，必须留出一定的空间，这个空间是考虑到车辆的某些部件或超限货物运输时，在允许的最大限度公差、磨损和运行中车辆产生偏移的情况下，同时考虑了线路所产生的允许歪斜，仍能保证车辆安全通行。

对于地铁和轻轨除了车辆限界外，还有设备接近限界和建筑限界，如图 1-1-9 所示。

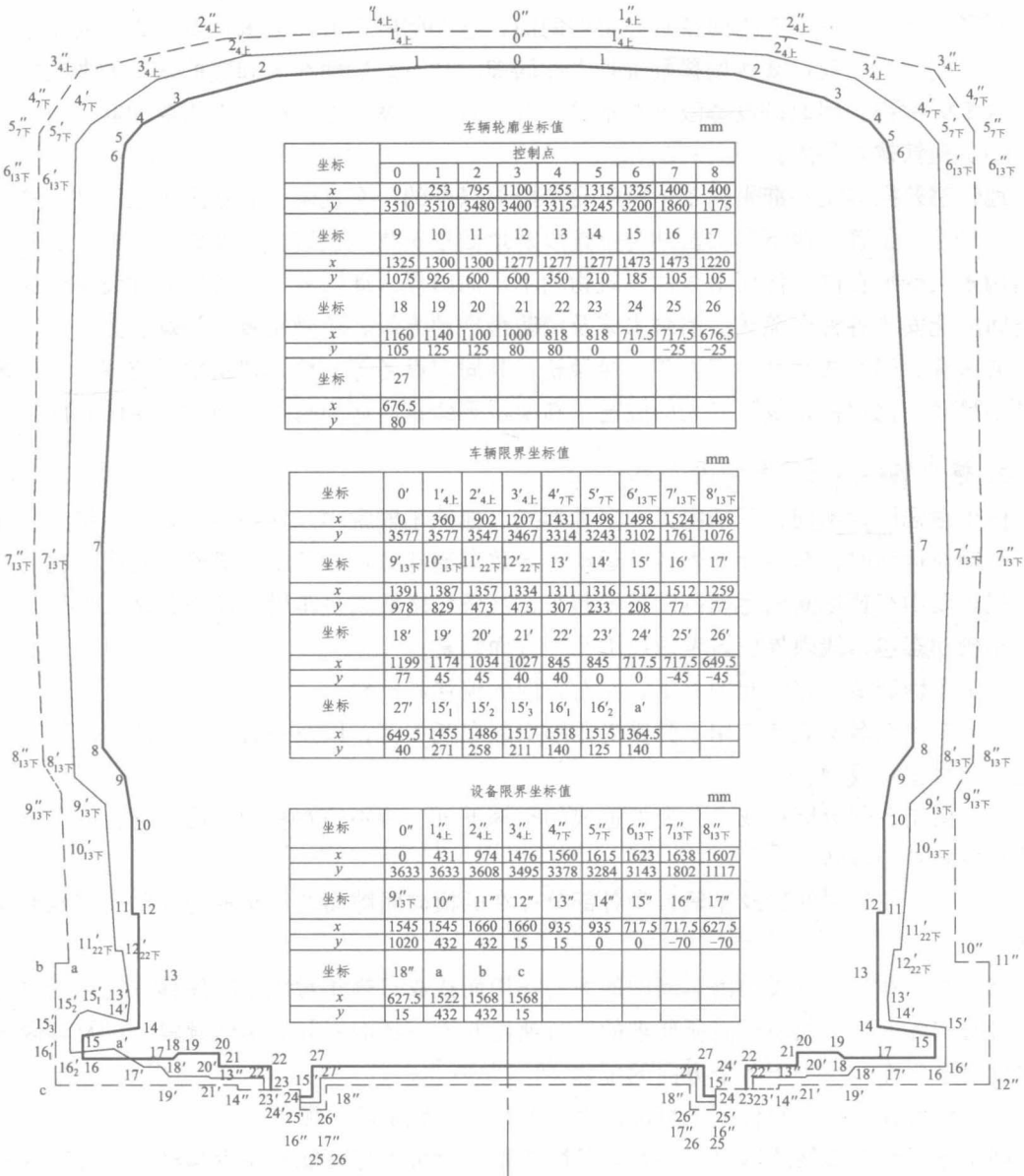


图 1-1-9 车辆限界、设备限界、建筑限界

2. 城市轨道交通系统中限界的类型

(1) 地铁车辆限界。

地铁车辆限界是基准坐标系中的一个轮廓。车辆及轨道线路各尺寸在具有最不利公差及磨损时(包括两次检修期间所发生的尺寸偏差),车辆在运动中处于最不利位置,计及了由各要素引起的车辆各部位的统计最大偏移后,所占据的空间均应容纳在轮廓内。各种类型地铁车辆限界各要素有所不同。

(2) 地铁设备限界。

地铁设备限界是基准坐标系中位于车辆限界外的一个轮廓。除另有规定外,建筑物及地面固定设备的任一部分,即使计及了它们的刚性和柔性运动在内,均不得向内侵入此限界。

设备限界和车辆限界之间留有一定的间隙,这个间隙主要作为未计及因素的安全余量,按照限界制定时的规定某些偏移量也计入此间隙。计算车辆曲线上和竖曲线上的曲线偏移也计入这个间隙内,因此,设备限界在水平曲线上需要加宽,在竖曲线上需要加高。

(3) 地铁建筑限界。

地铁建筑限界是基准坐标系中位于设备限界以外的一个轮廓,它规定了地下铁道隧道的形状、尺寸、位置,地下车站及站台位置以及地面建筑物的位置,计及施工误差、测量误差及结构永久变形在内,任何永久性建筑物均不得向内侵入此限界,建筑限界和设备限界之间的空间应能安排各种电缆线、消防水管及消防栓、动力箱、信号箱及信号灯、照明灯、扩音器、通风管、架空线及其固定设备、接触轨及其固定设备等。地铁建筑限界应理解为建筑物的最小尺寸,比地铁建筑限界大的隧道、高架桥等建筑应认为是符合地铁建筑限界的。

3. 城市轨道交通车辆限界形式

由于考虑因素不同,车辆限界有多种形式。地铁车辆常用车辆限界是动态包络线限界。由于车辆在运动时,车体会产生各种运动,导致车辆部分尺寸超出车辆静态轮廓。我们用包络线把运动中车辆横断面运动范围包围起来,这条包络线就是车辆的动态包络线限界。

车辆动态包络线限界应该考虑以下几个方面因素:

(1) 车辆制造公差引起的上下、左右方向的偏移和倾斜。

(2) 车辆在名义载荷作用下弹簧受压缩引起车辆下沉,以及弹簧由于性能上的误差可能引起的超量偏移或倾斜。

(3) 由于各部分磨损或永久变形造成的车辆下沉,特别是左右侧不均匀磨损或变形而引起的车辆倾斜与偏转。

(4) 由于轮轨之间以及车辆自身各部分存在的横向间隙而造成车辆与线路间可能形成的偏移。

(5) 车辆在走行过程中因运动中的力的作用而造成车辆相对线路的偏移。它包括曲线区段运行时实际速度与线路超高所要求的运行速度并不一致而引起的车体倾斜,以及车辆在振动中也会产生左右、上下各个方向的位移。

(6) 线路在列车反复作用下可能产生的变形,如轨道不平顺等。

确定车辆动态包络线限界和线路设备限界后,就可以尽可能地减少车辆限界与设备限界之间的安全间隙,大量减少地下隧道的土方工作量。

车辆动态包络线限界是在车辆静态限界的基础上,需要大量的经验计算得出,很难测量。在车辆检修中,我们可通过保证车辆静态限界来保证车辆动态包络线限界。只要车辆各尺寸不超过该静态限界,就能保证车辆在运动中不会超出车辆的动态包络线限界。车辆的限界门就是根据这个道理做成的。

任务二 城市轨道交通车辆检修制度认知

目前,我国城市轨道交通车辆的运用已具较大规模。城市轨道交通车辆运行的基本特点是速度高、载客量大、使用率高,这就对其运行的安全性、可靠性等提出了更高的要求,而城市轨道交通车辆的维护与检修则是满足上述要求的根本保证。

城市轨道交通车辆运行速度高、载客量大,车辆运用一段时间后,其各零部件必然会有一定程度的损伤,如机械部分会发生零件的磨损、连接件的松动、密封件的失效等,电气部分会出现触头接触不良、绝缘老化等,所以必须适时地对其进行维护保养、检修,及时发现故障并予以消除,恢复零部件及城市轨道交通车辆的技术状态。

一、我国城市轨道交通车辆检修现状

我国城市轨道交通车辆检修经历了一个较快的发展过程。目前,全国有城市轨道交通运输的城市已形成了较完整的城市轨道交通车辆检修体系。

在检修生产组织方面,我国各城市轨道交通运营单位都设置了完整的检修管理机构和完善的管理制度,并严格按照各项规定(如检修范围、技术要求、操作工艺规程)检修城市轨道交通车辆。

在检修质量方面,我国各城市制定了比较完善的城市轨道交通车辆各级检修规程和相应的检修工艺规程,完善了车辆检修、验收标准,使城市轨道交通车辆维护与检修工作在标准化、规范化方面达到了一定水平。

在检修制度方面,采用“计划预防修理”制度。计划预防修理是对城市轨道交通车辆进行预防性的、有计划性的定期检修。如果城市轨道交通车辆的零部件使用到损坏以后才进行检修,那么其检修时间必然很长,检修费用也很高,有些重要的零部件甚至无法修复而导致报废。这种检修制度是根据城市轨道交通车辆走行里程或运行时间来确定修程,并未考虑车辆不同线路的地理状况,因此可能出现有些城市轨道交通车辆按其实际技术状态需要检修、但仍在运行的情况;有些城市轨道交通车辆按其实际技术状态仍可运行、却进行了检修的情况,造成了不必要的浪费。

近年来,随着设备故障诊断技术的发展,城市轨道交通车辆检修业出现了一种新的检修制度——状态预防检修。它根据城市轨道交通车辆实际情况来确定检修时机,即利用故障诊断技术设备,在城市轨道交通车辆运行中或在不解体的情况下测取有关参数,采用信息处理技术进行分析,同已制定的技术标准进行比较,对城市轨道交通车辆技术状态进行准确判断,